

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PATENTSCHRIFT



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 287 328 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1

Patentgesetz der DDR

vom 27.10.1983

in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 L 19/06

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD G 01 L / 332 339 5

(22) 24.08.89

(44) 21.02.91

(71) siehe (73)

(72) Borchers, Eberhard; Haser, Christian, Dipl.-Ing.; Heinz, Thomas, Dipl.-Ing., DE

(73) VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow, Oderstraße 74/76, O - 1530 Teltow, DE

(54) Überlastschutzeinrichtung in Differenzdruckmeßumformern

(55) Druckmeßgerät; Differenzdruckmeßumformer;

Drucksensor; Silizium, piezoresistiv; Meßwerk;

Überlastschutz; Membran, vorgespannt;

Membrangestaltung; Sicke

(57) Die Erfindung betrifft eine Überlastschutzeinrichtung in Differenzdruckmeßumformern, vorzugsweise mit einem piezoresistiven Siliziumsensor vom Membrantyp als Meßelement. Der vorgespannte Überlastschutz soll den Drucksensor auch bei hochdynamisch ablaufenden Überlastungen zuverlässig schützen und selbst nur einen sehr geringen Volumenanteil der Füllflüssigkeit beanspruchen. Erreicht wird das dadurch, daß die Überlastschutzeinrichtung aus einer Membran, die mit ihrem Rand auf einem Träger druckdicht verschweißt ist und einem Träger besteht, der in seiner von der Membran abgedeckten Oberfläche ein Profil aufweist, daß im Querschnitt dicht neben der Membranaufschweißung verlaufend eine umlaufende schmale Randnut aufweist und der Querschnitt zwischen Randnut eine konkave Wölbung besitzt. Die Wölbung, die im Nutgrund oder etwas darüber beginnt, entspricht der Biegelinie einer mit dem Druck belasteten Membran, welcher der für einen bestimmten Meßbereich festgelegten Überlastschwelle entspricht. Die Membran aus einem Material mit mittlerer Federhärte, aber noch dehnfähig, ist mit einfachen Mitteln, wie Gummikissen oder Druck, auf dem Träger ausgeprägt wodurch sie im Nutbereich überdehnt und plastisch verformt wird. Fig. 1

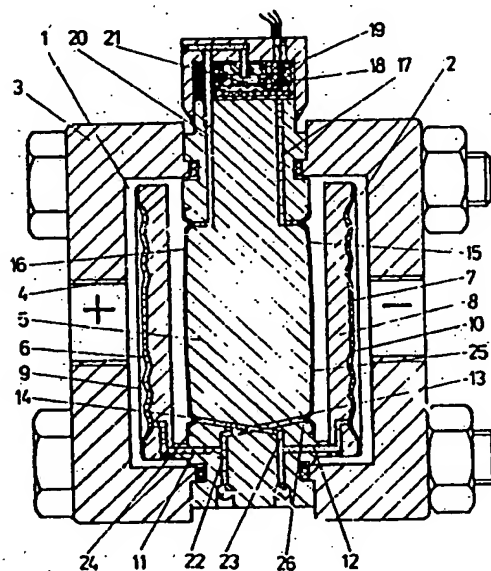


Fig. 1

# Patentansprüche:

1. Überlastschutteinrichtung in Differenzdruckmeßumformern mit einer Hochdruck- und einer Niederdruckeinlaßkammer in der der Meßdruck durch jeweils eine Trennmembran erfaßt und mittels Druckübertragungsflüssigkeit auf den Drucksensor übertragen wird, welcher mit seinem Aufnahmekörper die gemeinsame Trennwand der mit Druckübertragungsflüssigkeit gefüllten Hoch- und Niederdruck-Meßkammern bildet, und der, der Hoch- und Niederdruckseite zugeordnet, je eine auf ihm vorgespannte Überlastmembran besitzt, die im Meßbereich funktionslos ist, bei einseitiger Drucküberlastung des Meßumformers aber als elastischer Volumenspeicher die von der überlasteten Trennmembran bis zu ihrer Anlage an einer Stützfläche verdrängte Druckübertragungsflüssigkeit aufnimmt, dadurch gekennzeichnet, daß die Überlastschutteinheit aus einer Membran (15, 16) besteht, die mit ihrem Rand auf einem Trägerkörper (5) druckdicht befestigt, vorzugsweise geschweißt ist, und der Trägerkörper (5) in seiner von der Membran abgedeckten Oberfläche ein Profil aufweist, daß im Querschnitt dicht neben der Membranaufschweißung verlaufend, eine schmale umlaufende Randnut (13, 14) mit Radlenquerschnitt von etwa gleicher Tiefe wie Breite aufweist und der Querschnitt zwischen der Randnut (13, 14) eine konkave Wölbung besitzt, die im Nutgrund (26) oder etwas darüber beginnend, der Biegeinie einer mit dem al. Überlastschwelle festgelegten Druck belasteten Membran entspricht, aber auch angenähert als Radius ausgebildet sein kann, daß die auf diesem Trägerkörperprofil geprägte Membran die Randnutform besitzt, aufgrund des elastischen Verformungsteils jedoch ein minimaler Abstand zwischen Nutgrund (26) und Membransicke vorhanden ist und daß die Membran im konkavförmigen Bereich des Trägerkörperprofils an diesem durch ihre Biegebeanspruchung vorgespannt anliegt.
2. Überlastschutteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenform der Membran (15, 16) und ihres in ihren Trägerkörper (5) eingearbeiteten Profiles beschriebener Form, sowohl kreisförmig als auch elliptisch zungenförmig, kreisringförmig oder von anderer geeigneter Form sein kann.
3. Überlastschutteinrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckzuleitung des durch die Überlastmembran (15, 16) und das Profil ihres Trägerkörpers (5) gebildeten elastischen Volumenspeichers (27) durch enge Bohrungen (12, 20) im Nutgrund (26) der Randnut (13, 14) des Trägerkörpers (5) erfolgt.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft die Überlastschutteinrichtung in Differenzdruckmeßumformern mit einem Drucksensor, der zumalst als Halbleitermembran nach piezoresistivem Prinzip arbeitend, vor Kontakt mit den zu messenden Medien sowie vor Zerstörung durch zu große den Meßbereich übersteigende Druckdifferenzen geschützt sein muß.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Derartige Meßumformer bestehen gewöhnlich aus zwei Einlaßkammern, in denen die zu messenden Drücke der Prozeßmedien auf je eine metallische Membran (Trennmembran) wirken und mittels einer geeigneten Druckübertragungsflüssigkeit, z. B. Silikonöl, auf den Drucksensor übertragen werden. Die Schutteinrichtung gegen einseitige Überlastung des Drucksensors besteht oft aus einer durch Federn oder eigene Vorspannung lagegefestelten Überlastmembran, die wie der Sensor einen Teil der Trennwand zwischen beiden mit Silikonöl gefüllten Meßkammern bildet. Diese vorgespannte Überlastmembran ist im Meßbetrieb funktionslos, sie erfährt aber im Überlastfall, bei dem eine den Meßbereich des Sensors übersteigende Druckdifferenz ihre Vorspannung überwindet, eine Durchwölbung und nimmt dadurch das von der überlasteten Trennmembran verdrängte Silikonölvolumen auf. Hierdurch kann sich die überlastete Trennmembran an ihrem Trägerkörper anlegen und der Drucksensor wird dadurch nur mit der zulässigen niedrigen Druckdifferenz belastet, die durch die mechanische Vorspannung und Federstelle der Überlastmembran bestimmt wird. Zwar, die Qualität der Messung wesentlich verbessernde Funktionsförderungen bestehen bei derartigen Meßzellen:

- Die Trennmembranen sollen beim Meßvorgang nur geringste Bewegungen ausführen, da ihre Bewegung Meßenergie verbraucht, daß Meßergebnis also verfälscht. Es treten Hysteresis und Linearitätsfehler infolge der nichtlinearen Trennmembranstelle auf und durch Volumenverschiebung der Druckübertragungsflüssigkeit im Meßbetrieb reagiert die Meßzelle nicht schnell genug bei dynamischen Meßvorgängen.
- Das Volumen der Druckübertragungsflüssigkeit soll extrem klein sein, um die Fehler der Meßzelle durch Temperaturänderung sowie durch Änderung des statischen Druckes klein zu halten. Beide Fehler entstehen aufgrund der fertigungsbedingten Toleranz der Federstelle beider Trennmembranen, die bei Veränderung ihrer Durchwölbung durch temperatur- bzw.

kompressibilitätsabhängige Volumenveränderung unterschiedliche Drücke in der Druckübertragungsflüssigkeit und damit am Sensor erzeugen.

Aus der Vielzahl bekannter Lösungen soll als Beispiel auf die Erfindungsbeschreibung GB-PS 2069703 verwiesen werden. Bei dieser Lösung ist die erste Forderung durch die Lagefesselung der mittigen Überlastmembran bis zu Druckdifferenzen, die dicht über dem Meßbereichsendwert der sogenannten Überlastschwelle liegen, gut erfüllt. Die zur Lagefesselung (Vorspannung) der Überlastmembran erforderlichen Federn (Tellerfedern) und Membranstützteller sowie die Überlastbewegung der Membran erfordern aber einen erheblichen Flüssigkeitsgefüllten Arbeitsraum, so daß die zweite Forderung nicht erfüllt wird. Bekannt sind weitere Lösungen, die ohne zusätzliche Federn zur Vorspannung der Überlastmembran auskommen und dadurch den Vorteil geringeren Volumens an Druckübertragungsflüssigkeit erreichen. Hierbei wird die in beide Richtungen auslenkbare mittige Überlastmembran durch zwei Membranen ersetzt, wobei jede Membran mit Vorspannung an einem Profilbett anliegend, nur in einer Richtung, also im Überlastfall vom Profilbett abhebend, auslenkbar ist. Die Mittel zur Vorspannung der Überlastmembranen auf ihren Trägerkörper (Profilbett) sind dabei unterschiedlich. So wird entsprechend der DE-OS 2819303 eine konvexgewölbte Membran gegen ein konkav gewölbtes Bett von geringerer Wölbungstiefe gedrückt und damit die Vorspannung der Membran am Membranbett erreicht. Die Herstellung der gewölbten Membran, sowie eines Membranbettes mit der zur Membran unterschiedlichen Wölbungsform, die aber aufgrund der zu erreichenden Vorspannung (Überlastschwelle) und flächigen Anlage einander formmäßig zugeordnet sein muß, ist fertigungstechnisch schwierig. Die ungewellte Membran mit der Oberfläche eines Kugelabschnittes, von außen mit dem Überlastungsdruck belastet, besitzt eine extrem hohe und mit der Belastung progressiv steigende Steifigkeit gegen Verformung. Das heißt, ihr Volumenaufnahmevermögen ist gering und mit stellem Druckanstieg verbunden (hohe Druck/Volumenkonstante  $\frac{\Delta p}{\Delta v}$ ). Ihre Anwendung erscheint deshalb bei Meßumformern

mit hochempfindlichen Halbleitermembransensoren wenig vorteilhaft, da bei diesen, zur Erreichung hoher Meßempfindlichkeit, der Meßbereichsendwert und damit die Überlastschwelle möglichst dicht unter der Materialelastizitätsgrenze des Sensors festgelegt wird. Es besteht also für den Überlastfall bei hoher Betriebstemperatur, der mit maximaler Volumenaufnahme der Überlastmembran verbunden ist, die Gefahr, daß aufgrund der hohen Federsteife der Überlastmembran der hohe Enddruck den Sensor bersten läßt. In der OS beschriebene Maßnahmen, wie Einbau von Blöcken mit geringem Temperaturausdehnungskoeffizienten, mindern zwar das von der Membran aufzunehmende Volumen und damit die auftretende maximale Druckbelastung des Sensors, sie wirken sich aber ungünstig bezüglich Baugröße und Fertigungsaufwand auf das Gerät aus. Mit dem EP 86737 ist ein anderes Mittel zur Erreichung der Vorspannung der Überlastmembran bekannt, bei dem diese in ebenem Zustand mit ihrem Rand auf einem Trägerkörper befestigt und dann zur Erreichung der Vorspannung eine erstarrte Flüssigkeit (Zinn, Plaste) zwischen Überlastmembran und Membranträgerkörper gedrückt ist. Die erstarrte Masse bildet dann das Profilbett der mit Vorspannung anliegenden Überlastmembran. Der fertigungstechnische Aufwand ist bei dieser Lösung sehr hoch, so wird zwecks Vermeidung des Anklebens der Überlastmembran an der Erstarrungsmasse die Zwischenlage einer dünnen Abdichtmembran empfohlen, anderenfalls ist mit einem Zusetzen der Druckübertragungskanäle durch die Erstarrungsmasse zu rechnen. Ein weiteres Mittel um Überlastmembranen ohne Einsatz von zusätzlichen Federn vorzuspannen, ist mit den DD-WP P.01 L/324531.8 und 324530.1 des Anmelders bekannt. Hierbei ist eine ebene Überlastmembran mit ihrem Rand auf eine relativ dünne Trägerscheibe aufgeschweißt und diese Einheit dann sphärisch gewölbt, wodurch die Überlastmembran ganzflächig so unter Vorspannung an der konkav gewölbten Seite der Trägerscheibe anliegt, daß sie erst bei Überschreiten der vorherbestimmten Druckdifferenz (Überlastschwelle) von der Trägerscheibe abhebt. Die bei hochdynamisch ablaufenden Überlastvorgängen erforderliche schnelle Druckverteilung unter der ganzflächig anliegenden Membran, d. h. die schnelle Freigabe ihre hydraulischen Speicherkapazität, wird durch ein System enger Nuten in der Trägerscheibe, im Bereich der Membrananlagefläche, erreicht. Die beschriebene sphärische Wölbung der aus Trägerscheibe und aufgeschweißter Membran bestehenden Membraneinheit mittels Druck, sowie die Herstellung des Systems der engen Nuten sind technologisch relativ aufwendig. Die auf die Trägerscheibe geschweißte ebene Überlastmembran erfährt durch die Wölbung der Trägerscheibe zwecks Membranvorspannung, sowie durch die weitere Durchwölbung bei Volumenaufnahme im Überlastfall eine Oberflächenvergrößerung, die allein durch Dehnung des Membranmaterials erreicht werden muß. In der Membran treten damit erhebliche radiale Zugspannungen auf. Sie besitzt deshalb eine steilere Druck/Volumen-Kennlinie als gesickte bzw. gewellte Überlastmembranen, deren Oberflächenvergrößerung, bei Verformung der Sicken, mit geringere Spannungsanstieg (Biegespannungen) einhergeht. Vergleichbar mit der Aussage zur DE-OS 2819303 ist auch bei dieser Lösung das Aufnahmevermögen der Membran sehr gering, es ist für Meßumformerkonstruktionen mit etwas größeren Volumen an Druckübertragungsflüssigkeit nicht ausreichend. Eine größere Volumenaufnahme würde das Membranmaterial überdehnen, d. h. durch Überschreitung der Elastizitätsgrenze würde die Vorspannung der Membran, also die Überlastschwelle auf Druckwerte unterhalb des Meßbereichsendwertes absinken und die Gerätefunktion damit gestört sein. Der sich im Überlastfall einstellende hohe Flüssigkeitsenddruck gefährdet den Sensor.

#### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Überlastschutzbaugruppe für Differenzdruckmeßumformer zu schaffen, welche die oben genannten Nachteile nicht aufweist und sehr einfach herzustellen ist.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Überlastschutzeinrichtung in Differenzdruckmeßumformern zu schaffen, die den Drucksensor zuverlässig gegen einseitige Überlastvorgänge schützt, auch wenn diese hochdynamisch ablaufen. Die selbst nur einen sehr geringen Volumenanteil der im Meßumformer als Druckübertragung dienenden Flüssigkeit beansprucht und von kleiner Baugröße ist. Es soll durch Einsatz einer an einem Trägerkörper mit Vorspannung anliegenden Überlastmembran

erreicht werden, daß Meßdruckänderungen, sofern sie den Meßbereich des Meßumformers nicht überschreiten, keine wesentliche Volumenverschiebung und damit Bewegung der Trennmembranen des Meßumformers bewirken. Die Membraneinheit ist also so zu gestalten, daß die Druck/Volumen-Kennlinie der Überlastmembran im Anfangsbereich (dem Meßbereich) sehr steil aber nicht mit unendlicher Steigerung ansteigt, dann aber, bei Meßbereichsüberschreitung, möglichst flachsteilgend weiter verläuft, die Membran also eine möglichst große Volumenspeicherkapazität bei möglichst geringem Druckanstieg freigibt, damit im Überlastfall der von der maximal gespannten Membran erzeugte Druck den Sensor nicht gefährdet. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß die Überlastmembraneinheit aus einer Membran, die mit ihrem Rand auf einem Trägerkörper druckdicht befestigt, vorzugsweise geschweißt, ist und einem Trägerkörper besteht, der in seiner von der Membran abgedeckten Oberfläche ein Profil aufweist, daß im Querschnitt dicht neben der Membranaufschweißung verlaufend, eine umlaufende schmale Randnut mit Radlenquerschnitt von etwa gleicher Tiefe wie Breite aufweist und der Querschnitt zwischen der Randnut bzw. beiden Randnuten bei einer Kreisringmembran, eine konkave Wölbung besitzt, die im Nutgrund oder etwas darüber beginnend, der Biegelinie einer mit dem Druck belasteten Membran entspricht, welcher der für einen bestimmten Meßbereich festgelegten Überlastschwelle entspricht. Die Form der konkaven Biegelinie kann der einfachen Fertigung wegen durch einen Radius gebildet sein. Die Oberflächenform der Membran und ihres in den Trägerkörper eingearbeiteten Profilbettes des beschriebenen Querschnittes, kann dabei sowohl kreisförmig aber auch elliptisch, zungenförmig, kreisringförmig oder von anderer geeigneter Form sein. Die Membran aus Material mit mittlerer Federhärte, aber noch dehnfähig, ist mit einfachen Mitteln (Gummikissen oder Druck) auf dem Trägerkörper ausgeprägt. Damit wird sie im Nutbereich überdehnt, in diesem Bereich plastisch verformt erhält sie die Randnutform, wobei bei der Prägung der elastische Spannungsanteil eine minimale Rückfederung bewirkt also ein minimaler Abstand zwischen Nutgrund und Membrannut besteht. Im konkavförmigen Bereich des Trägerkörperprofils liegt die Membran unter Biegespannung aufgrund ihrer durch die Prägung in den Nutgrund runtergebogenen Randzone mit Vorspannung an. Die zur Funktion der Membraneinheit als elastischer Volumenspeicher notwendigen Druckübertragungsbohrungen befinden sich im Nutgrund des Trägerkörpers.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen

- Fig. 1: einen Schnitt durch einen Differenzdruckmeßumformer mit zwei der erfindungsgemäßen, vorgespannten Membraneinheiten als Überlastschutz für die einseitige Überlastung von der Hochdruck- bzw. Niederdruckseite her.
- Fig. 2: die auf dem Trägerkörper vorgespannte Überlastmembran im Querschnitt, als Einzelheit vergrößert dargestellt.
- Fig. 3: wie Fig. 2, Überlastmembran im Betriebszustand als gefüllter Volumenspeicher bei einseitiger Überlastung des Meßumformers.
- Fig. 4: Die Druck/Volumen-Kennlinie des durch die Überlastmembran und den Trägerkörper gebildeten elastischen Volumenspeichers.

Die Figur 1 zeigt die erfindungsgemäß vorgespannte Membraneinheit als Überlastschutz, angewandt in einem Differenzdruckmeßumformer mit Halbleitermembran-Drucksensor. Der Meßumformer, wie er in Figur 1 als mögliches Anwendungsbeispiel dargestellt ist, besteht aus Hochdruckeinlaßkammer 1 und Niederdruckeinlaßkammer 2, die beide durch je einen Gehäuseendeckel 3 mit Meßleitungsanschluß 4 und dem Trägerkörper 5 gebildet werden. In jeder Einlaßkammer befindet sich eine Trennmembran 6, 7, deren Rand mit einer Trägerscheibe 8 druckdicht verbunden ist. Trennmembran und Trägerscheibe besitzen ein übereinstimmendes Wellenprofil, so daß sich die Trennmembran im Überlastungsfall an ihre Trägerscheibe anlegen kann. Durch den Abstand zwischen Trennmembran und Trägerscheibe wird die plusseitige Vorkammer 9 bzw. die minusseitige Vorkammer 10 gebildet, von der aus ein Druckübertragungskanal 11 bzw. 12 im Trägerkörper 5 zur Randnut 13 bzw. 14 im Trägerkörper 5 führt, unter die mit ihrem Rand aufgeschweißte plusseitige Überlastmembran 15 bzw. minusseitige Überlastmembran 16. Von der umlaufenden Randnut 13 führt Kanal 17 zur Plusseite 18 des Halbleitermembran-Drucksensors 19. Von der Randnut 14 führt Kanal 20 zur Minusseite 21 des Drucksensors. Das plusseitige Druckübertragungssystem 9, 11, 13, 17, 18 ist mit der Druckübertragungsflüssigkeit 22 gefüllt, das minusseitige System 10, 12, 14, 20, 21 mit der Druckübertragungsflüssigkeit 23. Die wesentlichen Merkmale der Erfindung sind aus Figur 2, der vergrößerten Darstellung der auf den Trägerkörper 5 mit dem Rand aufgeschweißten Überlastmembran 15 bzw. 16 zu erkennen. Sie bestehen darin, daß der Trägerkörper 5 in seiner von der Überlastmembran 15 bzw. 16 abgedeckten Oberfläche ein Profil aufweist, daß im Querschnitt dicht neben der Membranaufschweißung 24 verlaufend, eine umlaufende Randnut 13 bzw. 14 mit Radlenquerschnitt r von etwa gleicher Tiefe T wie Breite B aufweist und der Querschnitt zwischen der Randnut eine Konkavwölbung 25 besitzt, die im Nutgrund 26 oder etwas oberhalb beginnend, der Biegelinie einer mit dem Druck belasteten Membran entspricht, welcher der für einen bestimmten Meßbereich festgelegten Überlastschwelle entspricht. Der einfachen Fertigung wegen, ist die Konkavwölbung 25 durch einen der Biegelinie angenäherten Radius R gebildet. Die Überlastmembran 15 bzw. 16, vorzugsweise aus CrNi-Stahl mittlerer Federhärte (Streckgrenze ca. 1000 N/mm<sup>2</sup>), auf dem Trägerkörper 5 geschweißt, ist auf diesem ausgeprägt. Damit ist sie im Bereich der Randnut 14 bzw. 13 überdehnt, in diesem Bereich also plastisch verformt, besitzt sie die Randnutform des Trägerkörpers, wobei durch den elastischen Spannungsanteil beim Prägen eine minimale Rückfederung auftritt und dadurch ein geringer Abstand h zwischen Nutgrund 26 des Trägerkörpers und der Membran besteht. Im Bereich der Konkavwölbung 25 liegt die Membran unter Biegespannung aufgrund ihrer durch die Prägung in den Nutgrund 26 runtergebogenen Randzone mit Vorspannung an. Die Druckübertragungskanäle 11 und 17 bzw. 12 und 20 münden im Nutgrund 26 der umlaufenden Randnut 13 bzw. 14 in möglichst weitem Abstand voneinander. Der vorstehend beschriebene Meßumformer arbeitet im Meßzustand wie folgt: Beide Drücke, deren Differenz gemessen werden soll, werden über die Meßleitungsanschlüsse 4 in die Einlaßkammern 1 bzw. 2 eingeleitet, der jeweilige Druck wird von der Trennmembran 6 und 7 ertastet und mittels der Druckübertragungsflüssigkeit 22 bzw. 23 über das beschriebene plusseitige Druckübertragungssystem 9, 11, 13, 17, 18 und das minusseitige System 10, 12, 14, 20, 21 auf den Drucksensor 19 übertragen und von diesem in eine elektrische Meßgröße umgewandelt.

Erfindungsgemäß liegen dabei beide Überlastmembranen 15, 16 im Bereich des Durchmessers  $D$  aufgrund ihrer Vorspannung an der Konkavwölbung 25 an, wogegen sie im Bereich ihrer eingepprägten Randnut der Breite  $B$  nicht am Trägerkörper 6 anliegen, sondern zum Nutgrund 26 der Abstand  $h$  vorhanden ist, so daß die umlaufende Randnut 13 bzw. 14 mit der im Abstand  $h$  davorliegenden Membran die druckleitende Verbindung zwischen 12 und 20 bzw. 11 und 17 herstellt und dabei wegen ihres kleinen Querschnittes ( $\approx B \cdot h$ ) einen hohen hydraulischen Widerstand im Druckübertragungssystem darstellt. Der Membranbereich der Breite  $B$  besitzt durch die gesickte Form eine hohe, aber nicht unendliche Federsteife (Druck/Volumen-Kennlinie), wie sie aus Figur 4 als Beispiel für Überlastmembranen der Meßbereiche 6,3 kPa (Kurve a) bzw. 16 kPa (Kurve b) ablesbar ist, er wird somit durch die Meßdruckänderungen bewegt und wirkt deshalb als hydraulische Kapazität zusammen mit dem vorgenannten hydraulischen Widerstand ( $B \cdot h$ ) in gewünschter Weise als Dämpfungselement bei hochdynamisch verlaufenden Meßvorgängen.

Bei einseitiger Überlastung des Meßumformers tritt folgender Zustand auf, der am Beispiel eines Überlastdruckes in der Niederdruckeinlaßkammer 2 beschrieben wird: Die Trennmembran 7 legt sich an ihrer Trägerscheibe 8 an, die aus der Vorkammer 10 verdrängte Druckübertragungsflüssigkeit 23 wird durch Kanal 12 unter die Überlastmembran 16 gedrückt, die sich wie in Figur 3 dargestellt, von der Konkavwölbung 25 des Trägerkörpers 6 abhebt und so ihre volle hydraulische Speicherkapazität 27 freigibt, in dem sie sich durchwölbend in die plussseitige Einlaßkammer 1 hineinbewegt. Die umlaufende Randnut gewährleistet dabei das sehr schnelle Füllen des Volumenspeichers 27, so daß die Schutzfunktion auch bei schlagartig einsetzender Überlastung gegeben ist. Die am Drucksensor 19 zwischen seiner Minusseite 21 und Plusseite 18 auftretende Druckdifferenz wird allein durch den Verlauf der Druck/Volumen-Kennlinie der Überlastmembran 16 bestimmt, die im Überlastbereich erfindungsgemäß mit wesentlich geringerem Anstieg verläuft als im Meßbereich und somit einen relativ geringen Enddruck gewährleistet, der selbst Überlastungsempfindliche Drucksensoren vor Beschädigung schützt. Bei einseitiger Überlastung des Meßumformers von der Plusseite her, erfolgt der Überlastschutzvorgang in analoger Weise, das heißt, das Volumen der Druckübertragungsflüssigkeit 22 wird aus der Vorkammer 9 unter die Überlastmembran 15 gedrückt. Beim Einsatz der erfindungsgemäßen vorgespannten Membraneinheiten in Meßumformern der genannten Meßbereiche bis 6,3 kPa sowie 16 MPa, haben sich Überlastmembranen folgender Abmessungen (aus Stahlband CrNi 17.7 mit einer Streckgrenze von  $1000 \text{ N/mm}^2$ ) bewährt:

Abmessungen entsprechend Fig. 2		Membranform a für Meßbereiche 6,3 kPa	Membranform b für Meßbereiche 16 kPa
Membranstärke	S	0,12 mm	0,2 mm
Durchmesser	D	34,5 mm	
Randnutbreite	B	1,8 mm	
Randnuttiefe	T	1,2 mm	
Randnutradius	r	1 mm	
Wölbungsradius	R des Trägerkörpers	300 mm	
Wölbungsradius	H des Trägerkörpers	0,5 mm	

Die Druck/Volumen-Kennlinie der Überlastmembranen a und b sind aus Figur 4 ersichtlich, es ist z. B. für die Membran a, geeignet für Meßbereiche  $\leq 6,3 \text{ kPa}$ , ablesbar: Eine den Drucksensor bei einseitiger Überlastung belastende Druckdifferenz von der 33 kPa, bei einem konstruktiv durchaus realisierbaren Vorkammervolumen 9 (welches der Speicherkapazität 27 entspricht)

von  $250 \text{ mm}^3$ . Eine Druck/Volumen-Konstante im Meßbereich von  $\frac{6,3 \text{ kPa}}{20 \text{ mm}^3} = 315 \text{ Pa/mm}^3$ , sowie ihre Verkleinerung im Überlastbereich auf ca.  $107 \text{ Pa/mm}^3$ .

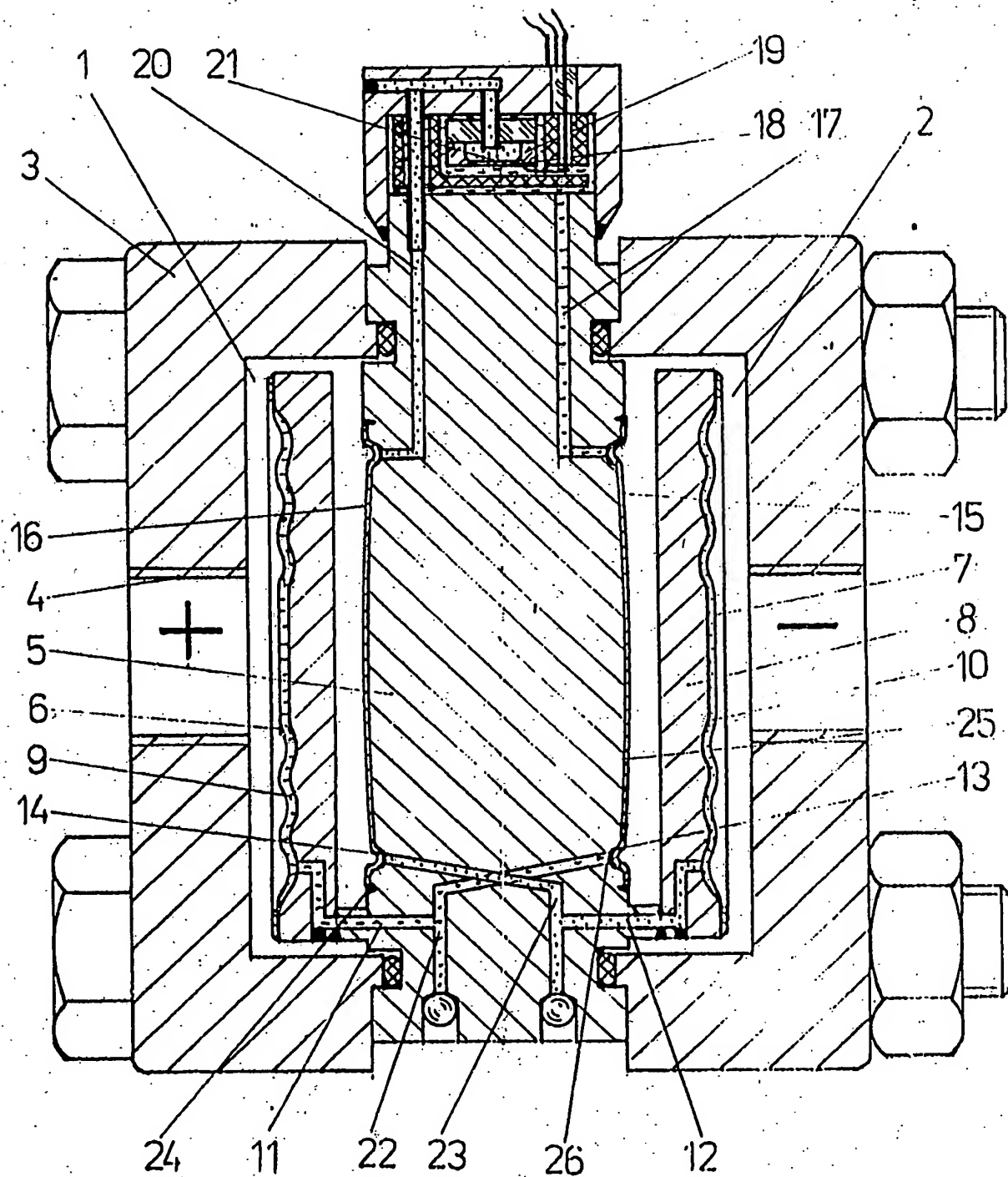


Fig. 1

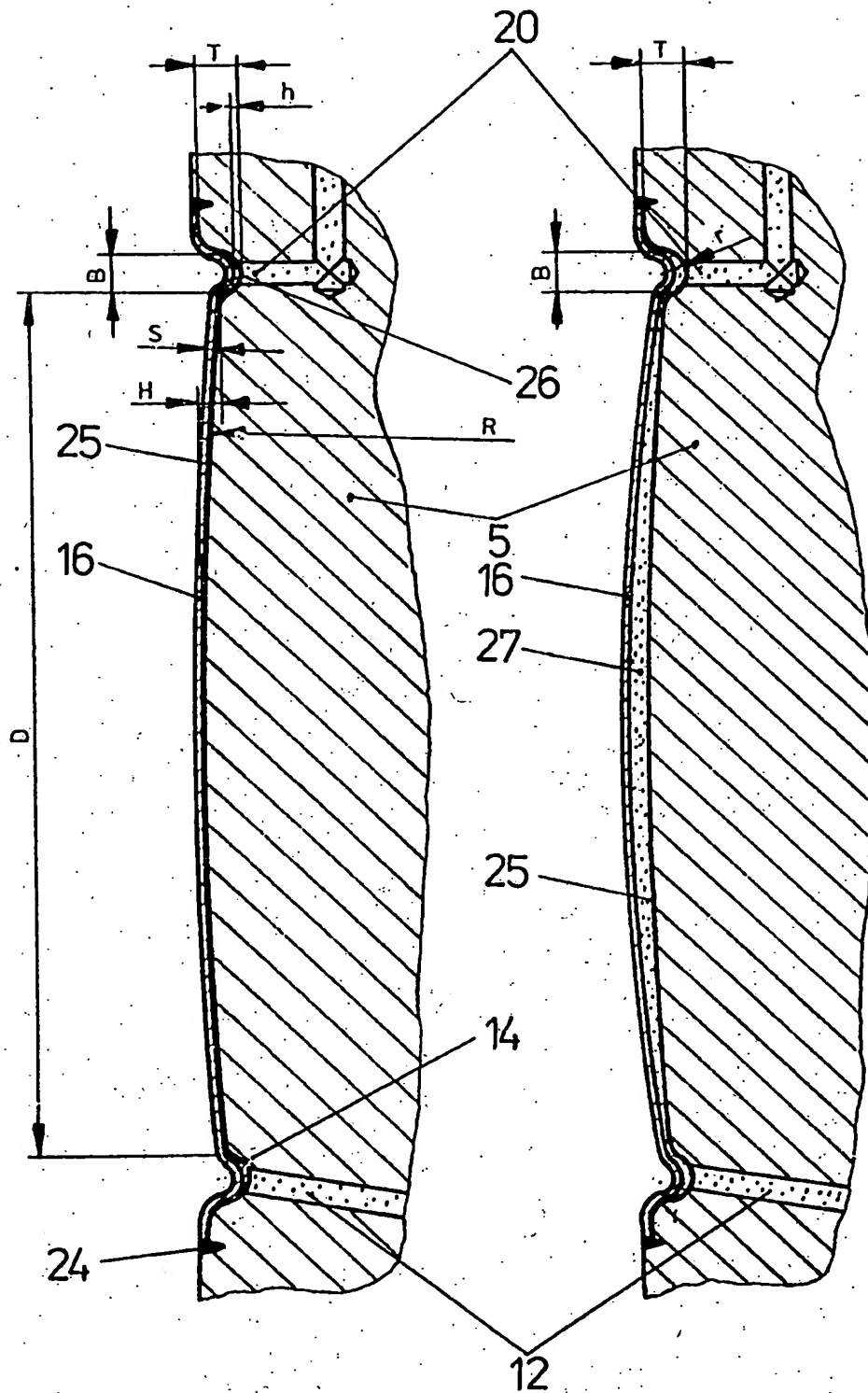


Fig. 2

Fig. 3

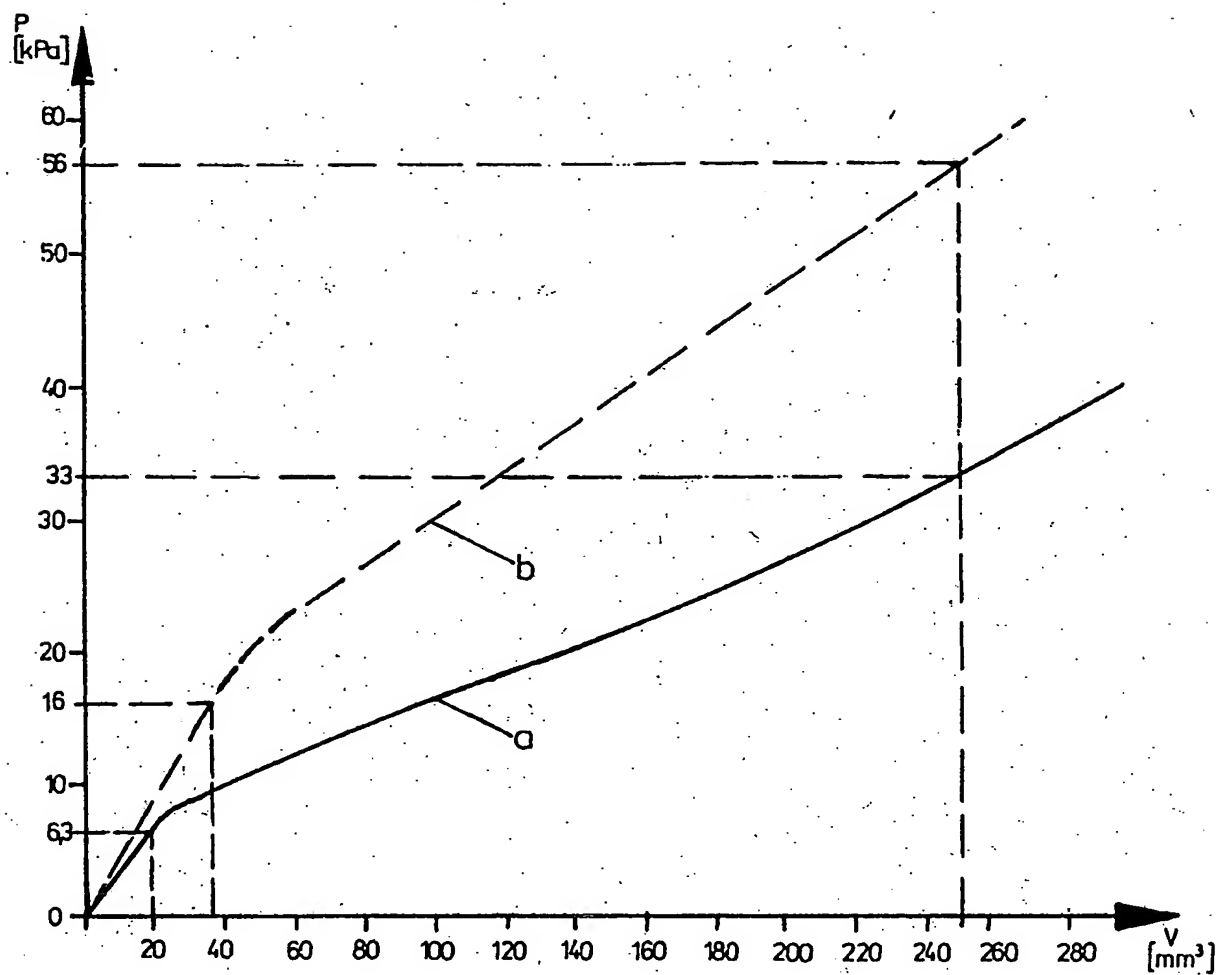


Fig. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**